# Die Verschiebung der Serienlinien von Natrium, Cäsium und Rubidium durch Argon und Helium bei Untersuchung in Emission

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität
Frankfurt a. M.

vorgelegt von

Ernst Neumann

aus Frankfurt a. M.

Buch- und Kunstdruckerei Wilh. Postberg, Bottrop i.W.

1938

Referent der Arbeit: Prof. M. Czerny.

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Februar 1938.

R.UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

# Einleitung.

Vergleicht man die genauen Wellenlängenwerte der Alkalimetalle bei verschiedenen Anregungsmethoden, so kann man in vielen Fällen beträchtliche Abweichungen voneinander feststellen. So fanden Meißner und Luft bei einer Untersuchung der Feinstruktur des Natriumspektrums einen erheblichen Unterschied zwischen den ihrigen mit dem Atomstrahl gemessenen und den von Datta mit einer Vakuumbogenlampe erhaltenen Wellenlängen (1). Zunächst konnten Meißner und Luft in dieser Arbeit zeigen, daß eine Natriumdampflampe, die den Versuchsbedingungen des Vakuumbogens nach Datta am besten entsprach, um 5—6 Tausendstel A. E. größere Werte ergab als der Atomstrahl. Die Abweichung wurde auf den Argonzusatz bei der Lampe zurückgeführt, war aber viel kleiner als der Unterschied gegen die Messungen von Datta, der einige Hundertstel A. E. betrug. In einer zweiten Arbeit (2) suchten nun Meißner und Luft diese Unstimmigkeiten durch genaue interferometrische Ausmessung der Linien zu klären. (Die erste Arbeit (1) sollte nur die Duplizität der Terme nachweisen.) Sie verglichen dabei ihre ursprünglichen Werte des Atomstrahls mit den Wellenlängen einer Geißlerentladung. Das Entladungsrohr mit dem Natrium wurde zu diesem Zwecke in einem Ofen auf 300—400 Grad C erhitzt und mit Helium von etwa 5 mm Druck gefüllt. Als Vergleichsnormale diente die grüne Neonlinie. Die Etalondistanz betrug 10 mm. Die bei den Messungen festgestellten Unterschiede lagen unterhalb der Meßgenauigkeit von 3—4 Tausendstel A. E. Es schien daher von Interesse zu sein, einmal systematisch zu untersuchen, ab ein gesetzmäßiger Einfluß des Druckes oder der Art des Fremdgases auf die Verschiebung der Linien vorhanden ist.

Die Druckabhängigkeit bei relativ hohen Dichten wurde schon von Füchtbauer und seinen Mitarbeitern gemessen (3). Sie benutzten dabei die Absorptionslinien der zu untersuchenden Metalle und bestimmten die Wellenlängenänderung mit einem einfachen Prismenspektrographen. Die Messung in Absorption erlaubt jedoch, wenn man einigermaßen gut reproduzierbare Werte erhalten will, erst von einigen Atmosphären Fremdgasdruck an zu untersuchen. Die Theorie der Verschiebung ist nur für diesese Gebiet und da auch nur für die hohen Seriennummern von Fermi und anderen (4) entwickelt worden; für

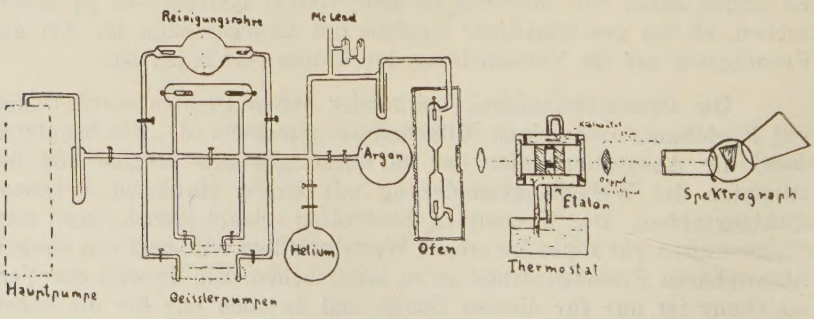
kleinere Gasdichten läßt sie sich nicht anwenden, da die Ansätze dazu nicht zu überblicken sind.

In der vorliegenden Arbeit werden nun die Linienverschiebungen aus den Änderungen der Interferenzringe eines Perot-Fabry Etalons berechnet. Das hohe Auflösungsvermögen der Interferenzspektroskope gestattet noch Wellenlängendifferenzen von etwa ein Tausendstel A. E. zu messen. Man kann dabei in Emission bis herauf zu Drucken von rund $^1/_{10}$ Atmosphäre beobachten. Die mit der Verschiebung einhergehende Verbreiterung der Interferenzstreifen hat auf die Genauigkeit der Messung keinen wesentlichen Einfluß, da die Verbreiterung der Verschiebung ungefähr proportional ist.

## Versuchsanordnung.

### *a) Lichtquelle.*

Als Lichtquelle diente ein Geißlerrohr in der für Abbildung auf einen Spektrographenspalt länglichen Form. Die Kapillare war 4 cm lang und hatte eine lichte Weite von 1 mm. Das ganze Entladungsrohr war aus alkalibeständigem Glas angefertigt. Das Alkalimetall wurde durch mehrmalige Destillation im Vakuum gereinigt und in den unteren Ansatz des Rohres gebracht. Gutes Ausheizen des Rohres war vor jedem Versuch erforderlich, da das Auftreten eines Kontinuums oder Bandenspektrums durch Verunreinigungen das genaue Ausmessen kaum durchführbar machte. Das Fremdgas — Helium oder Argon — konnte durch einen zweiten Ansatz eingelassen werden. Reichte der Druck in den Vorratskolben nicht mehr aus, so konnte das Gas mittels zweier Geißlerschen Handpumpen der üblichen Bauart komprimiert werden. Das Geißlerrohr befand sich in einem elektrischen Ofen, um den für die Anregung des Alkalidampfes notwendigen Mindestdampfdruck herzustellen. Die Ausfriertasche zwischen dem Rohr und der übrigen Apparatur hielt alle Quecksilberdämpfe von dem Entladungs-




Figur 1

rohr weg und verhinderte ein Überdestillieren der Alkalidämpfe in die Pumpen und Reinigungsrohre. Angeregt wurde das Entladungsrohr von einem kleinen Transformator mit einer Spannung von 6 KV und einer Stromstärke von etwa 15 mA.

*b) Abbildung.*

Das Perot-Fabry Etalon besaß zwei gut versilberte Quarzplatten und konnte mitsamt den Federn und Gegenstücken in einem weiteren mit einem Kühlmantel versehenen Gehäuse untergebracht werden. Die Plattendistanz betrug bei der Untersuchung des Natriums 10 mm und bei den übrigen Alkalimetallen 8 mm. Da keine absoluten Wellenlängenmessungen vorgenommen wurden, war eine Bestimmung bei verschiedenen Distanzen wegen des Einflusses des Phasensprunges nicht nötig. Wesentlich ist bei einer Messung, wie sie für so kleine Differenzen erforderlich ist, daß Druck und Temperatur der Luft zwischen den Etalonplatten bei allen Aufnahmen gleich sind. Zu diesem Zwecke wurde dauernd mit Hilfe einer kleinen Zirkulationspumpe Wasser aus einem Thermostaten durch den Außenmantel des Etalongehäuses gepumpt. Nach Verlauf einer Einstellzeit von wenigen Minuten blieb dann die Temperatur bis etwa auf ein Zehntel Grad Celsius konstant. Das Gehäuse selbst war auf beiden Seiten durch Glasplatten verschlossen, von denen die nach dem Spektrographen zu angebrachte aus optisch einwandfreiem Glas bestand. Weiterhin konnte der innere Teil des Etalons durch Öffnen eines Hahnes mit der Außenluft verbunden werden. Dadurch war der Druck im Innern durch einfaches Ablesen an einem Barometer angebbar. Bei Meßreihen, die wegen langer Belichtungszeiten mehrere Tage in Anspruch nahmen, wurden dann alle Werte auf den Normaldruck von 760 mm Hg reduziert und hierbei verglichen. Das Etalon selbst wurde nach der üblichen Methode justiert und zeigte während der Aufnahmen keinerlei Veränderung. Zur Untersuchung des Natriums diente ein großer Primenspektograph der Firma Schmidt & Hänsch (nach Angaben von Meißner gebaut) mit zwei Rutherfurd-Prismen und mit einem Spezialkameraobjektiv von 850 mm Brennweite und 60 mm Öffnung. Da der Durchmesser der Interferometerplatten 50 mm betrug, ergab sich eine nutzbare Öffnung von $^1/_{17}$. Die Dispersion von etwa 15 A. E./mm im Gebiet der D-Linien reichte gerade aus, um die Dubletts der Serienlinien gut zu trennen. Das Etalon wurde in den parallelen Strahlengang zwischen Kollimator und Prisma gebracht. Bei den Aufnahmen mit den übrigen Alkalimetallen genügte ein kleiner Prismenspektrograph von Schmidt & Hänsch mit einer Öffnung von rund $^1/_8$ und einer Dispersion von etwa 150 A. E./mm bei 6000 A. E. Das entstehende System von Interferenzringen wurde hierbei mittels eines Doppel-Anastigmates auf den Spalt des Spektographen abgebil-

det. Die Brennweite dieses Objektivs betrug 24 cm und wurde durch photographische Aufnahmen bei verschiedenen Lagen und durch darauffolgende Untersuchung der Interferenzbilder mit dem Mikroskop genau eingestellt. Für die Berechnung der Wellenlängen mußte noch das Vergrößerungsverhältnis des Spektrographen bestimmt werden. Zu diesem Zwecke wurde auf dem Spalt ein kleiner Rahmen angebracht, auf dem Glasfäden senkrecht zur Richtung des Spaltes mit genau bekanntem Abstand aufgespannt waren. Die Ausmessung der entsprechenden Querstreifen auf den photographischen Platten gab dann unmittelbar das Vergrößerungsverhältnis des Apparates in den betreffenden Spektralbezirken. Die durch Reflexion an den Etalonplatten entstehenden Spiegelbilder mußten durch Schrägstellung des Etalons im Strahlengang ausgeblendet werden.

### Aufnahme der Meßreihen und Berechnung.

Jede Meßreihe begann mit einem sehr kleinen Druck (unter 1 mm), der für die weitere Messung dann als Bezugspunkt diente, und wurde in Stufen von 5—10 mm Fremdgaszusatz bis zu einem Gesamtdruck von rund $^1/_{10}$ Atmosphäre durchgeführt. Nach jeder Änderung des Druckes mußte die Temperatur des Ofens erneut einreguliert werden, was wegen der veränderten Wärmeleitfähigkeit immer einige Zeit in Anspruch nahm. Die Temperatur des Ofens war so gewählt, daß der Eigendampfdruck des Alkalimetalles möglichst gering blieb und gerade nur dazu ausreichte, die Entladung bei Helium- oder Argonzusatz aufrechtzuerhalten. Nach je zwei Aufnahmen wurde eine Kontrollaufnahme mit Krypton oder Neon gemacht, die eine etwaige Verschiebung der Interferometerplatten oder der ganzen optischen Anordnung anzeigen sollte (s. Tabelle). Jede Meßreihe wurde zweimal ausgeführt, einmal von kleinen zu großen Drucken, das zweite Mal umgekehrt. Um alle zu untersuchenden Linien in einigermaßen gleicher Schwärzung zu erhalten, wurden jedesmal Aufnahmen mit verschieden empfindlichen Platten bzw. mit verschiedenen Belichtungszeiten vorgenommen. Die Ausmessung erfolgte unter dem Komparator, und zwar wurden die Durchmesser der drei innersten Interferenzringe bestimmt. Dabei wurde immer auf die Mitte der Interferenzstreifen eingestellt und jeder Ringdurchmesser mindestens zweimal nach beiden Seiten ausgemessen. Nach einiger Übung ließ sich eine Ablesegenauigkeit von $^{2-3}/_{1000}$ mm unter dem Komparator erreichen. Aus den Mittelwerten aller dieser Ablesungen konnte man dann nach verschiedenen bekannten Methoden (5) die jeweiligen Wellenlängendifferenzen berechnen und auf Normalwerte reduzieren. Die Verschiebung — gemessen in Längeneinheiten auf der photographischen Platte — betrug beim größten Druckintervall (etwa $^1/_{10}$ Atmosphäre) für den innersten Ring maximal

0,5 mm. Wegen des quadratischen Maßstabes (gleichen Änderungen des Quadrates des Ringdurchmessers entsprechen gleichen Änderungen der Wellenlänge) nimmt sie aber nach außen schnell ab. Berücksichtigt man dieses, so ergibt sich für die Wellenlängendifferenz beim großen Spektrographen eine Genauigkeit von annähernd 4—3 %, beim kleinen von 5—8 %. Eine Untersuchung der Linienverbreiterung durch Fremdgaszusatz konnte nicht vorgenommen werden, da die Intensität der Lichtquelle stark mit dem Drucke variierte und daher auch keine gleichmäßige Schwärzung der einzelnen Linie zu erzielen war. Größenordnungsmäßig ließ sich die Halbwertsbreite der Linien, gemessen unter dem Komparator, zu 0,2—0,4 mm bei kleinen Drucken und zu 0,6 bis 0,9 mm bei höheren Drucken ($^1/_{10}$ Atmosphäre) angeben.

## Ergebnisse.

### *1. Natrium bei Argonzusatz.*

Bei Argon als Fremdgaszusatz gehen die Verschiebungen der Na-Serienlinien alle nach dem roten Ende des Spektrums zu und wachsen außerdem mit der Seriennummer an. Als Beispiel für die Art der Ablesung sei die Verschiebung der Natriumlinie 6160 nebst der Kontrollmessung mit Krypton wiedergegeben:

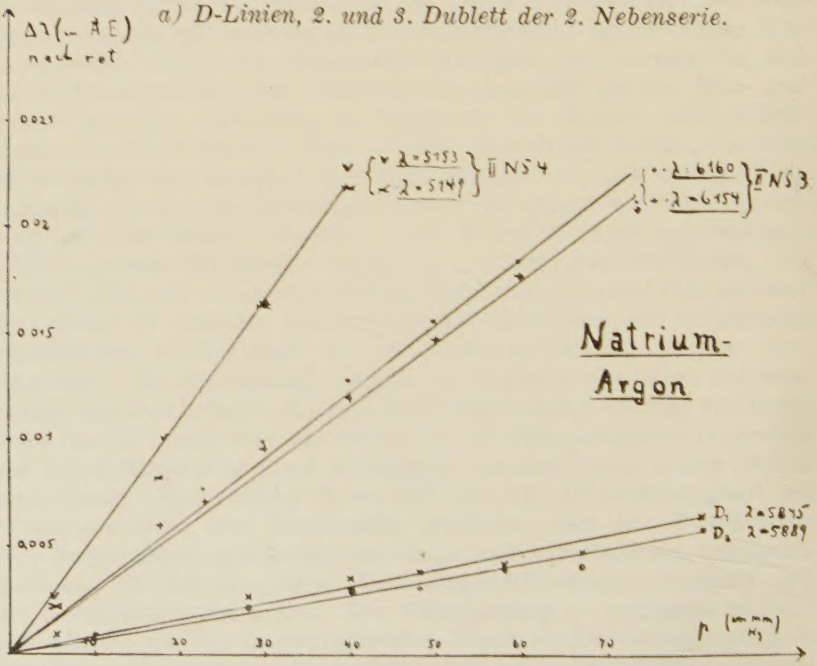
*Ringdurchmesser in mm:*

| Druck in mm | 0,9 | 5,5 | 18,0 | 23,5 | 30,0 |
|---|---|---|---|---|---|
| 6160 1. Ring: | 12,442 | 12,400 | 12,224 | 12,160 | 12,103 |
| 6160 2. Ring: | 18,197 | 18,156 | 18,063 | 18,022 | 17,973 |
| Krypton: | 14,251 | — | 14,246 | — | 14,256 |

| Druck in mm | 40,0 | 50,0 | 60,0 | 74,0 |
|---|---|---|---|---|
| 6160 1. Ring: | 11,964 | 11,850 | 11,742 | 11,670 |
| 6160 2. Ring: | 17,921 | 17,870 | 17,820 | 17,744 |
| Krypton: | — | 14,245 | — | 14,242 |

Bildet man nun die Mittelwerte aus allen diesen Meßreihen für die einzelnen Linien und rechnet auf Wellenlängeneinheiten um, so ergeben sich folgende Verschiebungen:

*a) D-Linien, 2. und 3. Dublett der 2. Nebenserie.*



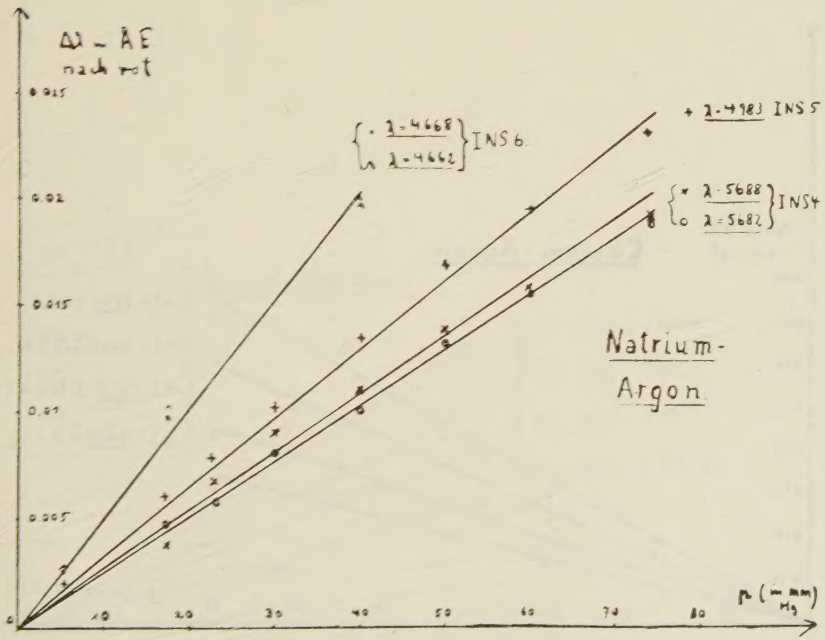

Figur 2

*Wellenlängendifferenzen (gemessen in $^1/_{1000}$ A. E.)*

| Druck in mm | 0 | 10 | 28 | 40 | 48 | 58 | 67 | 81 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D 5895, 9191 | — | 0,9 | — | 3,1 | — | 4,1 | 4,4 | 6,4 |
| D 5889, 9450 | — | 1,0 | 2,4 | 3,0 | 3,4 | 3,6 | 4,2 | 6,0 |

| Druck in mm | 0 | 5,5 | 18,0 | 23,5 | 30,0 | 40,0 | 50,0 | 60,0 | 74,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2. N. S. 3. 6160 | — | 0,6 | 5,9 | 6,6 | 10,0 | — | 15,6 | 18,3 | 21,2 |
| 2. N. S. 4. 6154 | — | 0,7 | 5,9 | 6,8 | 9,7 | 11,9 | 14,8 | 17,9 | 20,8 |
| 2. N. S. 4. 5153 | — | 2,4 | 10,1 | 16,1 | 22,7 | — | — | — | — |
| 2. N. S. 4. 5149 | — | 2,1 | 8,2 | 16,2 | 21,8 | — | — | — | — |

*b) 2. 3. und 4. Dublett der 1. Nebenserie.*




Figur 3

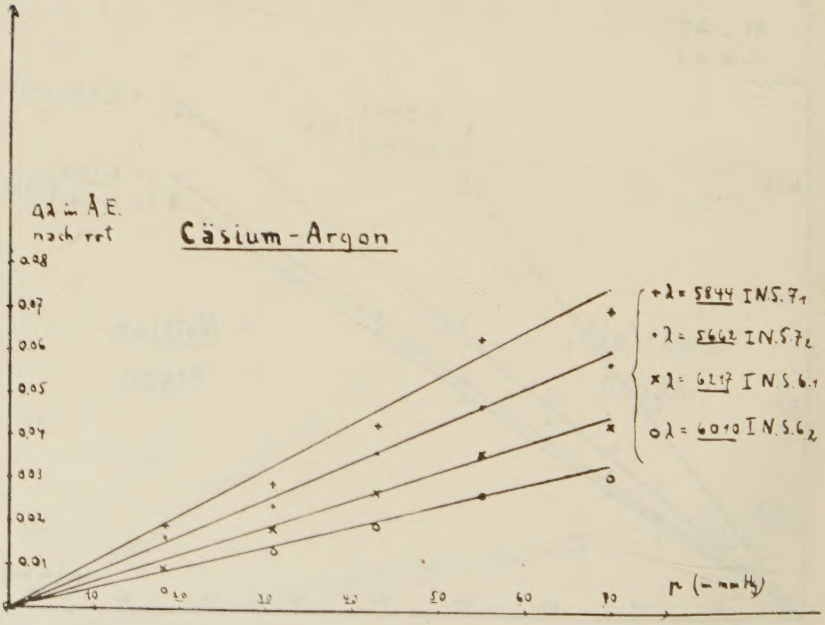
*Wellenlängendifferenzen (gemessen in $^1/_{1000}$ A. E.)*

| Druck in mm | 0 | 5,5 | 18,0 | 23,5 | 30,0 | 40,0 | 50,0 | 60,0 | 74,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. N. S. 4. 5688 | — | — | 3,6 | 5,5 | 9,0 | 11,1 | 14,0 | 15,7 | 18,8 |
| 1. N. S. 4. 5682 | — | 0,7 | 4,5 | 5,5 | 8,0 | 10,0 | 13,2 | 15,8 | 18,6 |
| 1. N. S. 5. 4983 | — | 0,8 | 5,9 | 8,2 | 9,3 | 13,3 | 16,7 | 19,7 | 21,6 |
| 1. N. S. 6. 4668 | — | 2,3 | 9,7 | — | 20,0 | — | — | — | — |
| 1. N. S. 6. 4662 | — | 2,8 | 10,2 | — | 19,7 | — | — | — | — |

Die Werte dürften bis auf $^5/_{10000}$ A. E. genau sein.

*2. Cäsium bei Argonzusatz.*

Die Genauigkeit der Messungen von Cäsium und Argon betrug etwa $^1/_{1000}$ A. E. Eine Verschiebung der Resonanzlinien konnte nicht untersucht werden, da die verschiedenen Komponenten dieser Linien bei der kleinen Dispersion in diesem Gebiet (250 A. E./mm) nicht mehr getrennt werden konnten. Gut zu beobachten waren immer die ersten Glieder der beiden Nebenserien.




Figur 4

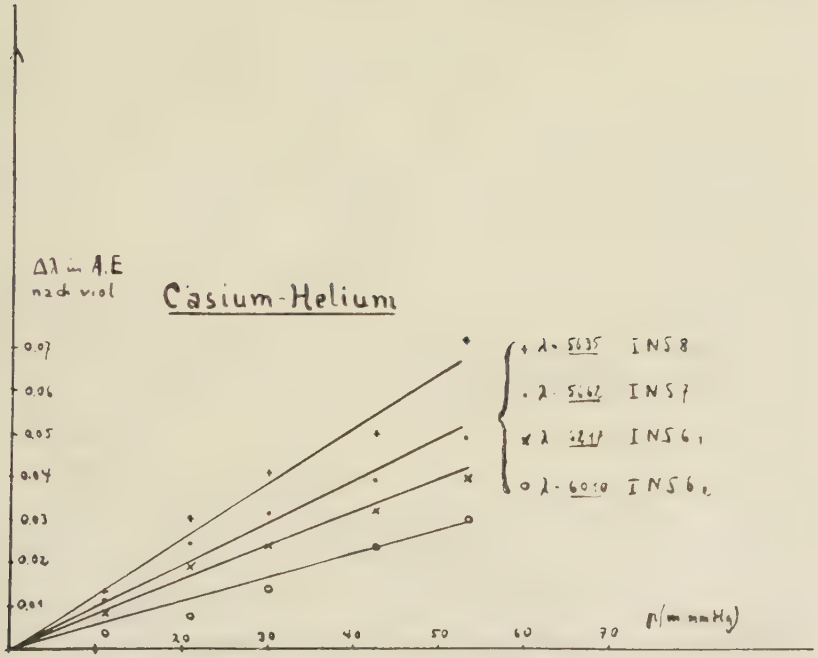
*Wellenlängendifferenzen (gemessen in $^1/_{1000}$ A. E.)*

| Druck in mm | 0 | 18,0 | 32,0 | 43,5 | 55,0 | 67,0 | 80,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. N. S. 6. 1. 6217 | — | 8,7 | 17,7 | 27,3 | 36,8 | 43,0 | — |
| 1. N. S. 6. 2. 6010 | — | 3,5 | 13,0 | 19,3 | 27,0 | 31,0 | — |
| 1. N. S. 7. 1. 5844 | — | 19 | 29 | 42 | 63 | 70 | — |
| 1. N. S. 7. 2. 5662 | — | 16 | 24 | 37 | 47 | 58 | — |

Die Verschiebung geht nach rot und nimmt mit der Seriennummer zu. Außerdem ist die Änderung bei der längerwelligen Komponente eines Dubletts immer größer als bei der kurzwelligen.

*3. Cäsium bei Heliumzusatz.*

Es wurden die gleichen Linien benutzt wie bei 2. mit Ausnahme von 5844, die mit der gelben He-Linie so nahe lag, daß die Interferenzen nicht auszumessen waren.




Figur 5

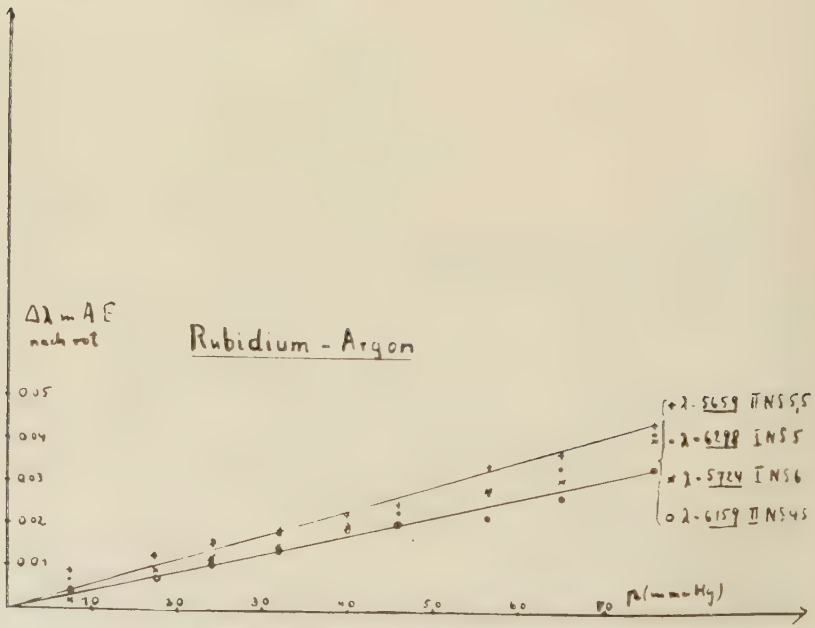
*Wellenlängendifferenzen (gemessen in $^1/_{1000}$ A. E.)*

| Druck in mm | 0 | 10,5 | 21,5 | 30,5 | 42,5 | 53,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. N. S. 6. 1. 6217 | — | 7,8 | 18 | 23 | 32 | 39,5 |
| 1. N. S. 6. 2. 6010 | — | 2,5 | 7,5 | 13 | 23,5 | 30 |
| 1. N. S. 7. 2. 5662 | — | 11 | 25 | 32 | 39 | 50 |
| 1. N. S. 8. 5635 | — | 13 | 30 | 41 | 50 | 72 |

Die Verschiebung geht hier nach violett, im übrigen gilt das betreffs der Seriennummer bei 2. Gesagte.

*4. Rubidium bei Argonzusatz.*

Bei Rubidium wurden jedesmal zwei aufeinanderfolgende Glieder beider Nebenserien untersucht.



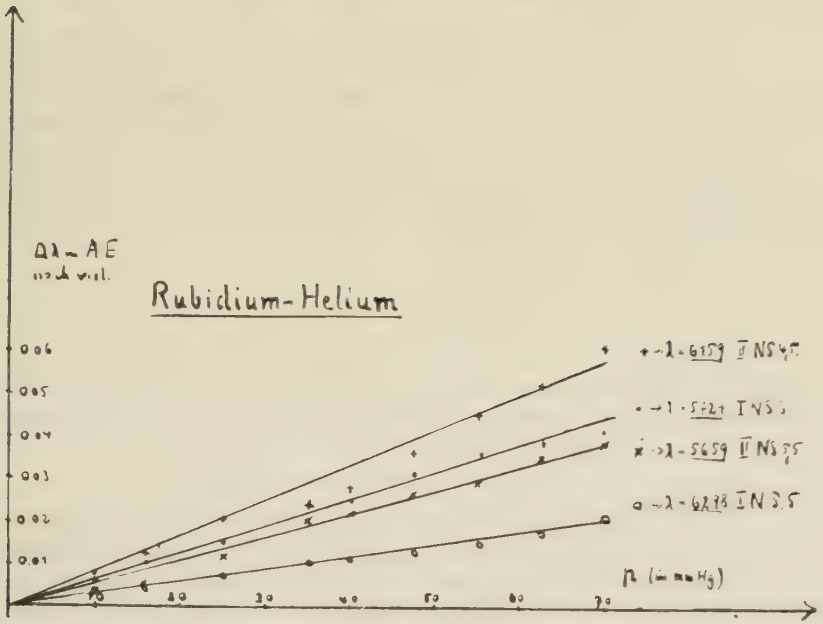

Figur 6

*Wellenlängendifferenzen (gemessen in $^1/_{1000}$ A. E.)*

| Druck in mm | 8,0 | 17,5 | 24,0 | 32,0 | 40 | 46 | 56 | 65 | 76 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. N. S. 5. 6298/ | 6 | 12 | 16 | 16,5 | 19 | 20 | 27 | 33 | 41 |
| 1. N. S. 6. 5724/ | 2 | 9 | 11 | 15 | 20 | 23 | 28 | 31 | 40 |
| 2. N. S. 4,5 6159/ | 4 | 7 | 10 | 14 | 18 | 20 | 27 | 27 | 33 |
| 2. N. S. 5,5 5659/ | 9 | 13,5 | 15 | 18,5 | 22 | 25 | 33 | 37 | 44 |

Es tritt Rotverschiebung ein. Der Unterschied bei den einzelnen Seriengliedern ist gering.

*5. Rubidium bei Heliumzusatz.*




Figur 7

*Wellenlängendifferenzen (gemessen in $^1/_{1000}$ A. E.)*

| Druck in mm | 0,8 | 16 | 25 | 35 | 40 | 47,5 | 55,5 | 62,5 | 70 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. N. S. 5. 6298/ | 2 | 3 | 57 | 11 | 11 | 13 | 15 | 18 | 21 |
| 1. N. S. 6. 5724/ | — | 9 | 15 | 15 | 25 | 31 | 36 | 39 | 41 |
| 2. N. S. 4,5 6159/ | 4 | 12 | 21 | 23 | 28 | 35 | 45 | 52 | 61 |
| 2. N. S. 5,5 5659/ | 2 | 5 | 12 | 19 | 22 | 27 | 29 | 35 | 39 |

## Deutung der Ergebnisse.

Die im folgenden gebrachten beiden Erklärungen der Druckverschiebungen sind von Füchtbauer und Fermi nur für die höheren Serienglieder durchgeführt worden. Es wird nun in vorliegender Arbeit angenommen, daß auch für die niederen Seriennummern die gleichen Einflüsse maßgebend sind. Die erste Deutung der Druckverschiebung stammt von Füchtbauer (Polarisationseffekt). (Lit. 6):

1. Befindet sich das Leuchtelektron auf einer weit außen gelegenen Bahn, so werden die Fremdatome, die in den Raum zwischen Kern und Elektron gelangen, durch das Feld des positiven Atomrumpfes elektrisch polarisiert; dadurch werden die höheren Terme etwas erniedrigt, es ergibt sich Rotverschiebung der Linien. Der Effekt ist um so größer, je weiter das Elektron vom Kern entfernt ist und je mehr Fremdatome sich zwischen ihm und dem Atomrumpf befinden. Die Verschiebung $\Delta\varepsilon$ beträgt dann:

$$\Delta\varepsilon = \frac{20 \cdot e^2 \cdot (\varepsilon_0 - 1)\, n^{4/3}}{8\,\pi \cdot h \cdot c \cdot N}\,\mathrm{cm}^{-1}$$

(e = Elementarlad.; $\varepsilon$ = Dielektrizitätskonstante des Störgases bei 0 Grad Cels. und 760 mm Hg; n = Zahl der Fremdatome pro $cm^3$; h, c, N bedeuten die bekannten Atomkonstanten.) $\Delta\varepsilon$ ist also cet. par. der $^4/_3$ Potenz der Zahl der Fremdgasatome proportional.

Eine andere Deutung der Verschiebung gab Fermi:

2. Das Leuchtelektron tritt mit dem Fremdatom in eine Wechselwirkung, die im Zusammenhang mit dem Wirkungsquerschnitt des Störatomes gegenüber sehr langsamen Elektronen besteht (Ramsauereffekt). Fermi führte die wellenmechanische Berechnung durch und fand eine Verschiebung $\Delta\sigma$ der Linien von:

$$\Delta\sigma = \frac{\pm\, h \cdot n \cdot \sqrt{6}}{-4 \cdot \pi^{3/2} \cdot m \cdot c} = \pm\, 1.09 \cdot 10^{-11} \cdot n\,\sqrt{6}\,\mathrm{cm}^{-1}$$

(m = Masse des Fremdatomes; n = Zahl der Fremdatome pro $cm^3$; h, c die bekannt. Atomkonstant.; $\sigma$ bedeutet den für die Elektronengeschwindigkeit 0 geltenden Wirkungsquerschnitt). Die Verschiebung ist hier cet. par. der Zahl der Fremdgasatome direkt proportional; auch das Vorzeichen der Wellenlängenänderung läßt sich bei dieser Deutung angeben.

Als Vergleich eigener gegen andere Beobachtungen seien zunächst einige Ergebnisse der Absorptionsmessungen angeführt.

I. Füchtbauer: Natrium bei Argonzusatz (7):

Eine Meßreihe ergab die Verschiebungen der Hauptserienlinien 1s—9p bis 1s—13p:

1,049—1,058 A.E. nach rot (405 Grad Cels. u. 4,80 Atmosph.).

II. Margenau: Natrium bei Argonzusatz (8):

Die Verschiebungen der D-Linien wurden bei Drucken von 1 bis 10 Atmosphären untersucht; sie stiegen linear mit dem Druck an, und der Mittelwert, umgerechnet auf 1 Atmosphäre, betrug:

D1: 0,068 A. E. D2: 0,068 A.E. beide nach rot.

Füchtbauer fand ebenfalls Linearität der Verschiebung mit dem Druck (z. B.: 0,22 A.E. pro Atm. als Mittel der Hauptserienlinien 1s—9p bis 1s—13p von Natrium).

In vorliegender Arbeit ergab sich nun auch lineare Verschiebung mit dem Druck von 0 bis etwa $^1/_{10}$ Atm. hinauf. Für die D-Linien betrug sie im Mittel 0,062 pro Atm. (Tabelle Seite 9). Der Vergleich mit den Ergebnissen von Margenau zeigt, daß die Verschiebung der D-Linien von etwa 1 mm Hg bis zu 50 Atm. dem Druck linear ansteigt. Für die Nebenserienlinien gilt wenigstens qualitativ das gleiche.

Eine Untersuchung der hohen Serienglieder mit dem Interferometer ist wegen mangelnder Intensität nicht möglich, so daß eine unmittelbare Bestätigung der Theorie von Fermi nicht durchführbar ist.

Das Ergebnis der vorliegenden Arbeit zeigt, daß genaue Wellenlängenmessungen bei Anregung mit Fremdgaszusatz nur dann vorgenommen werden können, wenn die Druckverschiebung durch eine besondere Untersuchung vorher bestimmt wird. Da die Verschiebung der einzelnen Serienglieder bei den verschiedenen Fremdgasen verschieden ist, läßt sich eine vollständige Kompensation durch Mischung zweier Gase (etwa Helium und Argon) nicht erreichen.

Die vorliegende Arbeit wurde im Sommer 1937 im Physikalischen Institut der Universität Frankfurt ausgeführt. Herrn Prof. K. W. Meißner und Herrn Dr. H. Dänzer statte ich meinen herzlichen Dank ab für die Anregung und Beihilfe zu dieser Arbeit. Herrn Prof. M. Czerny danke ich für die freundliche Unterstützung bei der Durchsicht.

## Benutzte Literatur.


1. Meißner, K. W. und Luft, K. F., Ann. d. Phys. (5), 28, 667, 1937.
   Datta, Proc. Roy. Soc. A. 99, 69, 1921.
2. Meißner, K. W. und Luft, K. F., Ann. d. Phys. (5), 28, 713, 1937.
3. Füchtbauer, Chr. und Schulz, P., Zs. f. Phys. 97, 699, 1935.
   Füchtbauer, Chr. und Gößler, F., Zs. f. Phys. 93, 648, 1935.
4. Fermi, E., Il nuovo Cimento N. S. 11, 157, 1934.
5. Runge, C. und Meißner, K. W., Spektoskopie (Handbuch der Astrophysik, Band 1, S. 265 ff.).
6. Füchtbauer, Chr. und Brandt, A. F., Zs. f. Phys. 90, 403, 1934.
7. Wie 6.
8. Margenau, H. und Watson, W. W., Phys. Rev. (2) 44, 92, 1933, 2.

## Lebenslauf.

Ich wurde am 15. 6. 1913 als Sohn des Kaufmanns Gustav Neumann zu Frankfurt a. M. geboren. Vom Frühjahr 1923 an besuchte ich daselbst das Kaiser-Wilhelms-Gymnasium, wo ich Ostern 1932 das Abitur bestand. Seit Sommersemester 1932 bin ich an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität zu Frankfurt a. M. immatrikuliert. Frühjahr 1934 unterbrach ich kurz das Studium zur Ableistung meiner Arbeitsdienstpflicht. Nach dem Doktorandum im April 1936 führte ich bis Ende 1937 meine Doktorarbeit aus und bestand am 19./21. 2. 38 das mündliche Doktorexamen. Ich widmete mich besonders dem Studium der Physik, Mathematik, anorgan. und physikal. Chemie. Meine akademischen Lehrer waren die Herren: Boda, Czerny, Dänzer, Dehn, Madelung, Magnus, Meißner, Schumacher, Siegel.